

DaimlerChrysler AG

### Vorrichtung zum Durchtrennen eines Hohlprofils

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der US 5,941,112 ist eine Vorrichtung zum Innenhochdruckumformen und zum Durchtrennen eines länglichen Werkstücks quer zu seiner Längserstreckung bekannt. Die Vorrichtung weist ein Formgebungswerkzeug auf, welches aus vier verstellbaren Einzelformen besteht, die über Hydraulikzylinder verstellt werden. In zusammengefügt Zustand begrenzen die vier Einzelformen einen Hohlraum, in welchen das umzuformende Werkstück im Rohzustand eingeführt wird. Darüber hinaus weist die Vorrichtung eine umlaufende Schneidkante auf, welche an einer umlaufenden Ausnehmung angeordnet ist und das umgeformte Hohlprofil bei einem entsprechenden Innendruck quer zu seiner Längserstreckung durchtrennt. Endseitig des Werkstückes sind an einem Hohlprofilverschluss Dichtelemente vorgesehen, welche ein Entweichen des Druckmediums beim Umformvorgang verhindern.

Aus der DE 199 09 928 C2 ist eine Vorrichtung zum teilweisen oder vollständigen Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlkörpers bekannt. Die Vorrichtung weist des weiteren eine umlaufende Schneidkante auf, der ein Stützkörper zugeordnet ist, welcher in der Weise bewegbar angeordnet ist, dass er den sich während

des Schneidvorganges deformierenden Bereich des Hohlkörpers abstützt und wobei der Stützkörper in eine Ausnehmung des Werkzeugs eingesetzt ist und den Hohlkörper umgibt. An die Schneidkante schließt sich ein Haltering an. Für die Zwecke der Innenhochdruckumformung des Hohlkörpers bilden somit die Vorrichtung, der Schneidring und der Haltering die notwendigen Anlageflächen. Für die Zwecke des Durchtrennens des Hohlkörpers wird der Haltering axial verschoben, so dass sich der deformierende Bereich des Hohlkörpers radial ausweiten und in die Ausnehmung erstrecken kann. Der Hohlkörper wird demnach zuerst umgeformt und anschließend von der durch den axial verschobenen Haltering freigegebenen Schneidkante durchtrennt.

Aus der DE 198 05 275 A1 ist eine Vorrichtung zum Vor- und/oder Durchschneiden eines Durchbruches in eine Wand bekannt. Dabei ist eine Seite der Wand einem unter Druck stehenden Druckmedium und die andere Seite der Wand einer gegen diesen Druck wirkenden Schneidkante aussetzbar, wobei die Schneidkante am Werkzeug ausgebildet ist und ein Stempel zwischen einer ersten Stellung, in der er den Durchbruchbereich der Wand während des Umformens abstützt, und einer zweiten Stellung, in der er die Schneidkante des Werkzeugs freigibt, bewegbar ist, derart, dass die Wand wahlweise vor- und/oder durchschneidbar ist. Die Vorrichtung ist demnach zweistufig ausgebildet, wobei in einer ersten Stufe das Werkzeug vorgeschnitten und in einer zweiten Stufe durchgeschnitten werden kann. Die Vorrichtung ermöglicht es dadurch saubere und einzugsfreie Schnittkanten herzustellen.

Aus der EP 0 491 574 A1 sind eine weitere Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Trennen dünnwandiger Hohlkörper bekannt.

Insbesondere beim Durchtrennen der Hohlprofile kann es aufgrund des hohen Innendrucks zu einer unerwünschten Leckage

und damit zu einem Verlust bzw. zu einem Entweichen des Druckmediums kommen. Ein derartiges Entweichen des Druckmediums verschmutzt zum einen die Vorrichtung zum Trennen der Hohlprofile und gefährdet zum anderen durch den plötzlichen Druckabfall ein sauberes Durchschneiden desselben.

Hier setzt die Erfindung an. Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Vorrichtung eingangs erwähnter Art eine verbesserte Ausführungsform aufzuzeigen, bei welcher während des gesamten Trennvorganges ein Entweichen des Druckmediums verhindert wird.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer Vorrichtung zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils quer zu seiner Längserstreckung an einer Innenwandung Dichtelemente vorzusehen, welche beiderseits einer umlaufenden Schneidkante und parallel zu dieser angeordnet sind. Die umlaufende Schneidkante ist in oder an einer umlaufenden Ausnehmung angeordnet, welche in einer Innenwandung der Vorrichtung ausgebildet ist. Von den Dichtelementen ist jeweils zumindest ein Dichtelement parallel auf je einer Seite der Schneidkante angeordnet, wodurch eine effektive Abdichtung zwischen der Innenwandung und dem Hohlprofil erreicht wird, so dass ein Entweichen eines Druckmediums verhindert wird.

Dies bietet den großen Vorteil, dass aufgrund der Dichtelemente der Trennvorgang auch während eines Kalibriervorganges, an dessen Ende sich ein Hohlprofilrohling vollständig an die Innenwandung anlegt, erfolgen kann. Die beiderseits der Schneidkante angeordneten Dichtelemente verhindern dabei, dass nach einem Durchtrennen des Hohlprofils der In-

nendruck abfällt. Durch das Verhindern eines Eindringens des Druckmediums zwischen das Hohlprofil und die Vorrichtung ist es zudem möglich, den Trennvorgang zeitlich vor das Ende des Kalibriervorganges zu legen. Der Trennvorgang wird somit vom Kalibriervorgang entkoppelt und kann zu dem unabhängig vom Kalibrierdruck gestaltet werden.

Darüber hinaus bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung einen konstruktiv sehr einfachen Aufbau, da keine zusätzlichen mechanischen Vorrichtungen erforderlich sind. Auch ist durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ein abfallloses Trennen der einzelnen Hohlprofilabschnitte gegeben, wodurch Material eingespart werden kann.

Neben dem Durchtrennen der Hohlprofile eignet sich die Vorrichtung darüber hinaus zum Abtrennen von sogenannten Domkappen, welche als domartige Ausbuchtungen ausgebildet sein können.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die umlaufende Ausnehmung im Profil keilförmig ausgebildet. Die keilförmige Ausbildung stellt dabei lediglich eine bevorzugte geometrische Variante dar, durch welche das Hohlprofil im Bereich der Ausnehmung beim bzw. nach dem Durchtrennen aufgeweitet wird. Dies ist beispielsweise zur Herstellung von miteinander koppelbaren Hohlprofilteilen, wie beispielsweise Rohren, von großem Vorteil, da nach jedem Durchtrennen des Hohlprofils dieses einenends ein einsteckbares Rohrende und anderenends eine dazu komplementäre Muffe aufweist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist die Schneidkante am Übergang zwischen der Innenwandung und der Ausnehmung ausgebildet. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Schneidkante entweder als austauschbares Trennmesser bzw. als austauschbare Schneidkante

ausgebildet ist oder dass die Schneidkante ein integralen Bestandteil der Innenwand bildet. Die austauschbare Ausführung der Schneidkante bietet den Vorteil, dass diese nach einer vordefinierten Anzahl von Schneidvorgängen, nach denen eine Schneidwirkung der Schneidkante naturgemäß deutlich nachlässt, einfach ausgetauscht werden kann. Bei einer in die Innenwand integrierten Schneidkante ist dagegen eine mögliche Einzelteilvielfalt der Vorrichtung reduziert, so dass zum Erneuern der Schneidkante lediglich der Bereich der keilförmigen Ausnehmung mit der Schneidkante ersetzt werden muss. Dies kann beispielsweise Vorteile bei Reparatur- bzw. Wartungsarbeiten bieten, da ein aufwändiges An- bzw. Abnehmen der Schneidkante entfällt.

Entsprechend einer Weiterbildung der Erfindung ist das Dichtelement aus Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet. Kunststoffdichtungen sind heutzutage im Maschinenbau weit verbreitet und langjährig erprobt und können zu dem kostengünstig und mit unterschiedlichsten Eigenschaften hergestellt werden. So ist beispielsweise auch die Ausbildung der Dichtelemente aus einem temperaturbeständigen Kunststoff bzw. einem Kunststoff mit definierten Druckfestigkeitseigenschaften denkbar.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Innenwandung zumindest eine Aufnahme auf, in die das Dichtelement eingesetzt ist. Diese Aufnahme fixiert das Dichtelement in seiner Lage vor, während und nach des Umformvorgangs und gewährleistet dadurch eine zuverlässige Abdichtung zwischen dem Hohlprofil und der Innenwandung. Gleichzeitig verhindert das in die Aufnahme eingesetzte Dichtelement ein Verrutschen desselben beim Einfahren des Hohlprofilrohlings vor dem Umformprozess bzw. beim Ausstoßen des fertigen umgeformten Hohlprofils nach dem Umformprozess, so dass die Positionierung des Dichtelementes bzw. der Dichtelement stets optimal ist.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

Dabei zeigen:

Fig. 1        eine stark vereinfachte Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit darin angeordnetem und durchtrennten Hohlprofil,

Fig. 2        eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch mit nicht durchtrenntem Hohlprofil und einer anderen Schneidkante.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer Vorrichtung 1 zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils 2 quer zu seiner Längserstreckung 3. Das nur teilweise dargestellte Hohlprofil 2 wird vor dem Durchtrennen mittels eines an sich bekannten Innenhochdruck-Umformverfahrens hergestellt. Hierzu wird ein nicht gezeigter Rohling in die Vorrichtung 1 eingelegt und an seiner Innenseite mit einem Umformdruck, also mit einem In-

nenhochdruck  $p_i$ , zweckmäßig hydraulisch beaufschlagt, wobei sich der Rohling derart aufweitet, dass er an seiner Außenseite an einer dem Rohling zugewandten Innenwandung 6 der Vorrichtung 1 zur Anlage kommt. Das Hohlprofil 2 erhält somit eine Wandung 12, die komplementär zur Innenwandung 6 der Vorrichtung 1 geformt ist.

Sowohl Fig. 1 als auch Fig. 2 zeigen einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 1, wobei lediglich ein Teil oberhalb einer Schnittebene 14 dargestellt ist.

Eine umlaufende Schneidkante 4 zum Durchtrennen des Hohlprofils 2 quer zu seiner Längserstreckung 3 ist gemäß Fig. 1 an einer umlaufenden Ausnehmung 5 angeordnet, die in der Innenwandung 6 der Vorrichtung 1 ausgebildet ist. Die umlaufende Ausnehmung 5 ist dabei gemäß Fig. 1 im Profil keilförmig ausgebildet, wobei jedoch auch eine geometrisch andere Ausbildung, beispielsweise eine kreissegmentartige Ausbildung, denkbar ist. Generell ist die Ausnehmung 5 derart gestaltet, dass sie das Hohlprofil 2 im Bereich der umlaufenden Ausnehmung 5 beim Durchtrennen aufweitet. Durch die keilförmige Ausnehmung 5 gemäß Fig. 1 wird dabei eine umlaufende trichterförmige Aufweitung des Hohlprofils 2 nach dessen Durchtrennung bewirkt. Bei der oben erwähnten Ausführungsvariante mit einer kreissegmentartigen Ausnehmung 5 ist demnach eine bauchartige Aufweitung zu erwarten.

Gemäß Fig. 1 ist die Schneidkante 4 an einem Übergang 8 zwischen der Innenwandung 6 und der Ausnehmung 5 ausgebildet. Der Übergang 8 ist dabei gemäß Fig. 1 rechtwinklig und scharfkantig ausgebildet, wobei ein Übergang 8' am spitz zulaufenden Ende der keilförmigen Ausnehmung 5 zweckmäßig abgerundet ausgebildet ist, so dass sich das Hohlprofil 2 beim Aufweiten bzw. beim Durchtrennen leicht anlegen kann. Denkbar ist aber auch ein scharfkantiger Übergang im Bereich des Übergangs 8'.

Die zum Durchtrennen des Hohlprofils 2 erforderliche Schneidkante 4 kann entweder als austauschbares Trennmesser 9 (vgl. auch Fig. 2) oder als integraler Bestandteil 10 der Innenwand 6 ausgebildet sein bzw. einen derartigen integralen Bestandteil 10 der Innenwandung 6 bilden. Denkbar ist hierbei, dass die austauschbare Schneidkante 4 bzw. das austauschbare Trennmesser 9 am Übergang 8 lösbar befestigt ist oder gemäß Fig. 2 einfach austauschbar in der Ausnehmung 5 angeordnet ist. Alternativ ist aber auch denkbar, dass bei einer stumpf gewordenen Schneidkante 4, die einen integralen Bestandteil 10 der Innenwandung 6 bildet, ein Teil der Vorrichtung 1 im Bereich der Schneidkante 4 austauschbar ausgebildet ist.

Sowohl die Ausbildung der Schneidkante 4 als austauschbares Trennmesser 9 als auch als integraler Bestandteil 10, bieten Vorteile einerseits hinsichtlich der Einfachheit des Austausches der Schneidkante 4 und andererseits hinsichtlich einer Reduzierung der für die Vorrichtung 1 benötigten Einzelteile.

Gemäß Fig. 1 sind Dichtelemente 7 beiderseits und parallel zur Schneidkante 4 angeordnet und in eine Aufnahme 11, welche in die Innenwandung 6 eingelassen ist, eingesetzt. Die beiden Aufnahmen 11 gemäß Fig. 1 sind dabei mehr oder weniger in Längsrichtung 3 beabstandet von der keilförmigen Ausnehmung 5 angeordnet. Die Dichtelemente 7, welche in die Aufnahmen 11 eingesetzt sind, stehen dabei zumindest leicht über die Innenwandung 6 hinaus, so dass sich beim Anlegen der Wandung 12 des Hohlprofils 2 an die Dichtelemente 7 eine abgedichtete Verbindung ergibt. Je höher dabei der Innendruck  $p_i$  ist, um so stärker ist auch der Anpressdruck der Wandung 12 an die Dichtelemente 7 und damit die Dichtwirkung selbst.



Im Unterschied zu Fig. 1, ist in Fig. 2 lediglich eine, hier rechteckförmige, Aufnahme 11 vorgesehen, in welche die beiden Dichtelemente 7 unmittelbar angrenzend an die Schneidkante 4 bzw. das Trennmesser 9 eingesetzt sind. Sowohl die Dichtelemente 7 in Fig. 1 als auch die Dichtelemente 7 in Fig. 2 können aus Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet sein. Dadurch sind sie kostengünstig und einfach herzustellen und lassen sich bezüglich ihrer spezifischen Eigenschaften, wie beispielsweise Temperaturbeständigkeit und/oder Druckfestigkeit, individuell an die Anforderungen der Vorrichtung 1 bzw. des Trennvorganges anpassen. Derartige Kunststoffdichtungen können zudem leicht ein- und ausgebaut werden und sind durch die heutige Auswahl an Werkstoffen extrem langlebig.

Gemäß Fig. 2 verdecken die Dichtelemente 7 die Schneidkante 4 und geben diese erst ab einer bestimmten Verformung, d.h. erst ab einem bestimmten Innenhochdruck  $p_i$  frei. Ab diesem Innenhochdruck  $p_i$ , beispielsweise dem Kalibrierdruck, tritt die Wandung 12 des Hohlprofils 2 in Berührung mit der Schneidkante 4 bzw. dem Trennmesser 9, wodurch der Trennvorgang eingeleitet wird. Im Unterschied zu Fig. 1 entstehen bei der gemäß Fig. 2 ausgestalteten Vorrichtung 1 beim Durchtrennen des Hohlprofils 2 zwei aufgeweitete und nicht näher bezeichnete Trennabschnitte des Hohlprofils 2.

Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 ist darüber hinaus denkbar, dass die Schneidkante 4 bzw. das Trennmesser 9 entweder druckstabil in der Ausnehmung 5 angeordnet ist oder aber zusätzlich mittels eines Gegendrucks gegen das Hohlprofil 12 gedrückt wird.

Bei beiden Ausführungsvarianten kann die Vorrichtung 1 derart dimensioniert sein, dass das Durchtrennen des Hohlprofils 2 bei einem Kalibrierdruck erfolgt, bei dem <sup>der</sup> Umformvorgang des Hohlprofils 2 im wesentlichen abgeschlossen ist

bzw. bei welchem die Wandung 12 formfolgend an der Innenwandung 6 anliegt.

Generell gilt, dass sowohl die Ausführungsvariante in Fig. 1 als auch die Ausführungsvariante in Fig. 2 hinsichtlich ihrer geometrischen Ausgestaltungen, beispielsweise der geometrischen Ausgestaltung der Ausnehmung 5 bzw. der Ausnehmung 11 oder einem nicht näher bezeichneten Anordnungswinkel der Schneidkante 4 zum Hohlprofil 2, lediglich eine beispielhafte Ausführungsvariante darstellt und in keinster Weise Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, so dass auch andere günstige geometrische Anordnungen oder Ausführungsvarianten mit eingeschlossen sind.

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Merkmale der erfindungsgemäßen Lösung wie folgt charakterisieren:

Die Erfindung sieht vor, bei einer Vorrichtung 1 zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils 2 quer zu seiner Längserstreckung 3 an einer Innenwandung 6 der Vorrichtung 1 Dichtelemente 7 vorzusehen, welche beiderseits einer umlaufenden Schneidkante 4 angeordnet sind. Die Schneidkante 4 ist dabei in oder an einer umlaufenden Ausnehmung 5 angeordnet und ist beispielsweise im Profil keilförmig ausgebildet.

Die Erfindung vereinfacht somit den konstruktiven Aufbau der Vorrichtung, ermöglicht ein mit dem Umformprozess zusammengelegtes bzw. von diesem entkoppeltes Durchtrennen des Hohlprofils, produziert keinen Materialabfall und ist zu dem zum Abtrennen von Domkappen sowie zu einem Endenbeschnitt geeignet.

DaimlerChrysler AG

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils (2) quer zu seiner Längserstreckung (3), mit einer umlaufenden Schneidkante (4), welche in oder an einer umlaufenden Ausnehmung (5) angeordnet ist, die in einer Innenwandung (6) der Vorrichtung (1) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
  - dass an der Innenwandung (6) Dichtelemente (7) vorgesehen sind,
  - wobei beiderseits der Schneidkante (4) jeweils zumindest ein Dichtelement (7) parallel zu dieser angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die umlaufende Ausnehmung (5) im Profil keilförmig ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (5) so ausgestaltet ist, dass sie das Hohlprofil (2) beim Durchtrennen im Bereich der Ausnehmung (5) aufweitet.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Schneidkante (4) am Übergang (8) zwischen Innenwandung (6) und Ausnehmung (5) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,
    - dass die Schneidkante (4) als austauschbares Trennmesser (9) ausgebildet ist, oder
    - dass die Schneidkante (4) einen integralen Bestandteil (10) der Innenwand (6) bildet.
  6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Dichtelement (7) aus Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet ist.
  7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Innenwandung (6) zumindest eine Aufnahme (11) aufweist, in die das Dichtelement (7) eingesetzt ist.
  8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dichtelemente (7) die Schneidkante (4) verdecken und diese erst bei einer Verformung freigeben.
  9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dichtelemente (7) beiderseits der Ausnehmung (5) angeordnet sind.
  10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Vorrichtung (1) so dimensioniert ist, dass das Durchtrennen des Hohlprofils (2) bei einem Kalibrierdruck erfolgt, bei dem sich ein Hohlprofilrohling vollständig an die Innenwandung (6) anlegt.

DaimlerChrysler AG

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Vorrichtung (1) zum Durchtrennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren geformten Hohlprofils (2) quer zu seiner Längserstreckung (3), mit einer umlaufenden Schneidkante (4), welche in oder an einer umlaufenden Ausnehmung (5) angeordnet ist, die in einer Innenwandung (6) der Vorrichtung (1) ausgebildet ist. Erfindungswesentlich ist dabei, dass an der Innenwandung (6) Dichtelemente (7) vorgesehen sind, wobei beiderseits der Schneidkante (4) jeweils zumindest ein Dichtelement (7) parallel zu dieser angeordnet ist.

(Fig. 1)

1/1

